

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-79703

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月23日

(51) Int. Cl.⁸

識別記号

F I

C 0 1 B 3/38

C 0 1 B 3/38

H 0 1 M 8/04

H 0 1 M 8/04

J

8/06

8/06

A

G

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-257901

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月4日

(71) 出願人 000000011

アイシン精機株式会社

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

(72) 発明者 吉柳 考二

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 ▲高▼橋 克彦

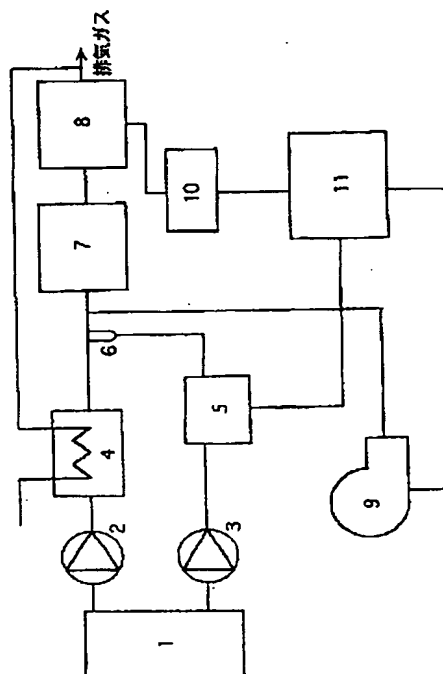
(54) 【発明の名称】 燃料電池用改質装置

(57) 【要約】

【課題】 応答性の良い充分な原燃料の気化を可能にし、急激な負荷変動に対する熱入力の変動を可能にすること。

【解決手段】 部分酸化反応と水蒸気改質反応からなる反応系を改質反応として用いる改質器7を備えた改質装置において、ガソリン等の液体炭化水素もしくはアルコールと水の混合液を用いた原燃料を気化して前記改質器7に供給する気化装置4と、前記原燃料を微粒化して前記改質器7に供給する微粒化装置としての噴霧ノズル6と、前記改質器7に空気を供給する送風機9とから成る燃料電池用改質装置。

改質器へ供給する燃料を気化。
霧化ノズル



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 部分酸化反応と水蒸気改質反応からなる反応系を改質反応として用いる改質器を備えた改質装置において、

ガソリン等の液体炭化水素もしくはアルコールと水の混合液を用いた原燃料を気化して前記改質器に供給する気化装置と、

前記原燃料を微粒化して前記改質器に供給する微粒化装置と、

前記改質器に空気を供給する送風機とから成ることを特徴とする燃料電池用改質装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、

前記燃料電池の定常的負荷を補うために前記気化装置によって前記原燃料を気化して前記改質器に供給する量を制御するとともに、前記燃料電池の負荷変動分に応じて、前記微粒化装置によって微粒化して供給する原燃料の流量および送風機によって供給する空気量を制御する制御手段を備えていることを特徴とする燃料電池用改質装置。

【請求項 3】 請求項 2 において、

前記微粒化装置によって微粒化された原燃料の流量を検知して、前記送風機から供給する空気量を制御する空気量制御手段を備えていることを特徴とする燃料電池用改質装置。

【請求項 4】 請求項 1 において、

前記燃料電池の発電部からの排ガス中の水素燃焼の熱を利用して、前記気化装置における原燃料の気化作用を行うように構成されていることを特徴とする燃料電池用改質装置。

【請求項 5】 請求項 1 において、

前記送風機が、ブロアーもしくは圧縮機によって構成され、

前記微粒化装置が、前記ブロアーもしくは圧縮機に連絡したエアアシスト式ノズルによって構成されていることを特徴とする燃料電池用改質装置。

【請求項 6】 請求項 1 において、

前記微粒化装置が、超音波振動を利用した超音波式微粒化装置によって構成されていることを特徴とする燃料電池用改質装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、部分酸化反応と水蒸気改質反応からなる反応系を改質反応として用いる改質器を備えた改質装置において、ガソリン等の液体炭化水素もしくはアルコールと水の混合液を用いた原燃料を気化して前記改質器に供給する気化装置と、前記原燃料を微粒化して前記改質器に供給する微粒化装置と、前記改質器に空気を供給する送風機とから成り、応答性の良い充分な気化を可能にし、急激な負荷変動に対する熱入力の追従を可能にする燃料電池用改質装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の燃料電池発電プラント（特開昭 60-49569）は、図 7 に示されるように燃料電池の応答性向上のためには、燃料電池への水素供給の応答性を上げることが必要であるために、原燃料を改質して、水素リッチな改質ガスを生成する改質器 K と燃料電池本体部の発電部 H との間に、改質ガスもしくは水素の貯蔵手段としての燃料タンク T を設け、出力の変化に応じこの燃料タンク T から改質ガスもしくは水素を直接燃料電池の発電部 H へ供給するというものであった。

【0003】 また従来の燃料電池発電装置（特開平 3-252062）は、図 8 に示されるように改質器 K に送り込む原燃料であるメタノールの気化の応答性向上が、燃料電池発電装置 H の応答性向上の要であり、気化器 C における伝熱性向上策としてノズル N での燃料の微粒化を行う気化装置を提案している。

【0004】 すなわち上記従来の燃料電池発電装置においては、蒸発用熱交換器内の伝熱面にノズル N によって霧化状の原燃料を吹き付け、薄く均等に原燃料を伝熱面に作ることににより熱交換性能を向上させ、蒸発量の応答性を上げるというものである。

【0005】 さらに従来のメタノールの改質を、部分酸化反応を利用して行った記事「Partial Oxidation Reforming of Methanol」が、1966 EPRI/CRI Fuel Cell Workshop on Fuel Cell Technology & Development に発表されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来の燃料電池発電プラントは、例えば自動車用にメタノールを原燃料として燃料電池を用いる場合、出力の変化が大きく、このため貯蔵装置が大きくなったり、メタノールの気化の応答が追いつかないという問題が発生するという問題があった。

【0007】 また上記従来の燃料電池発電装置は、前記ノズルで原燃料を噴霧する方式であるため、微粒化した原燃料が効率よく伝熱面に付着するような、広い面が必要となり、気化器の加熱側の伝熱面は燃焼ガス等による気体の対流熱伝達が支配的なため、熱伝達性能が、気化器内側より大きく劣るので、急激な負荷上昇に応じ噴霧された大量のメタノールの蒸発潜熱で、気化器内部および伝熱面の温度が急激に下がり、十分な気化が行えないという不具合が生じる。

【0008】 上記従来の燃料電池発電装置において、伝熱面への熱供給はノズルでの原燃料噴霧量の蒸発熱相当もしくはそれ以上が必要となっている。このため、燃料電池の方式としては、廃熱温度が高い燐酸型もしくは固体溶融塩型などが候補となる。しかし、自動車用などの移動体用の用途においては、低温で作動し小型軽量化が可能な固体高分子膜型（通称 PEM）が有利となるが、廃熱温度が 100℃ 以下となるため、廃熱での蒸発は困

難となる。

【0009】このため、熱供給するのに燃料電池排ガスを燃焼したバーナー廃熱等を利用することになるが、熱量の不足が考えられる。また、バーナー排ガスでの直接の熱供給は熱伝達が気体-固体となるため蒸発側に比べ熱伝達性能が大幅に低く、十分に熱供給するためには広い伝熱面が必要となるが、その場合熱交換器の容積増加、ノズルでの熱供給のために熱媒体を用いる場合、熱交換器が余分に必要となり、システムとして大きなものとなり、自動車用などの移動体用の用途には、適さないものである。

【0010】さらに、改質器での改質反応も、従来から使われている水蒸気改質法のみでは吸熱反応となるため、外部からの熱供給が常時必要であり、急激な負荷変動に対し熱入力が追従できなくなるという問題があった。

【0011】本発明者は、部分酸化反応と水蒸気改質反応からなる反応系を改質反応として用いる改質器を備えた改質装置において、気化装置によりガソリン等の液体炭化水素もしくはアルコールと水の混合液を用いた原燃料を気化して前記改質器に供給し、微粒化装置により前記原燃料を微粒化して前記改質器に供給し、送風機により前記改質器に空気を供給することにより、改質器により原燃料を水素リッチなガスに改質して供給するという本発明の技術的思想に着眼し、研究開発を重ねた結果、応答性の良い充分な気化を可能にし、急激な負荷変動に対する熱入力の追従を可能にするという目的を達成する本発明に到達した。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明（請求項1に記載の第1発明）の燃料電池用改質装置は、部分酸化反応と水蒸気改質反応からなる反応系を改質反応として用いる改質器を備えた改質装置において、ガソリン等の液体炭化水素もしくはアルコールと水の混合液を用いた原燃料を気化して前記改質器に供給する気化装置と、前記原燃料を微粒化して前記改質器に供給する微粒化装置と、前記改質器に空気を供給する送風機とから成るものである。

【0013】本発明（請求項2に記載の第2発明）の燃料電池用改質装置は、前記第1発明において、前記燃料電池の定常的負荷を補うために前記気化装置によって前記原燃料を気化して前記改質器に供給する量を制御するとともに、前記燃料電池の負荷変動分に応じて、前記微粒化装置によって微粒化して供給する原燃料の流量および送風機によって供給する空気量を制御する制御手段を備えているものである。

【0014】本発明（請求項3に記載の第3発明）の燃料電池用改質装置は、前記第2発明において、前記微粒化装置によって微粒化された原燃料の流量を検知して、前記送風機から供給する空気量を制御する空気量制御手

段を備えているものである。

【0015】本発明（請求項4に記載の第4発明）の燃料電池用改質装置は、前記第1発明において、前記燃料電池の発電部からの排ガス中の水素燃焼の熱を利用して、前記気化装置における原燃料の気化作用を行うように構成されているものである。

【0016】本発明（請求項5に記載の第5発明）の燃料電池用改質装置は、前記第1発明において、前記送風機が、ブロアーもしくは圧縮機によって構成され、前記微粒化装置が、前記ブロアーもしくは圧縮機に連絡したエアアシスト式ノズルによって構成されているものである。

【0017】本発明（請求項6に記載の第6発明）の燃料電池用改質装置は、前記第1発明において、前記微粒化装置が、超音波振動を利用した超音波式微粒化装置によって構成されているものである。

【0018】

【発明の作用および効果】上記構成より成る第1発明の燃料電池用改質装置は、部分酸化反応と水蒸気改質反応からなる反応系を改質反応として用いる改質器を備えた改質装置において、前記気化装置がガソリン等の液体炭化水素もしくはアルコールと水の混合液を用いた原燃料を気化して前記改質器に供給し、前記微粒化装置が前記原燃料を微粒化して前記改質器に供給し、前記送風機が前記改質器に空気を供給することにより、前記改質器により気化および微粒化して供給された原燃料を水素リッチなガスに改質して供給するので、応答性の良い充分な気化を可能にするという効果を奏するものである。

【0019】上記構成より成る第2発明の燃料電池用改質装置は、前記第1発明において、前記制御手段によって、前記燃料電池の定常的負荷を補うために前記気化装置によって前記原燃料を気化して前記改質器に供給する量を制御するとともに、前記燃料電池の負荷変動分に応じて、前記微粒化装置によって微粒化して供給する原燃料の流量および送風機によって供給する空気量を制御するので、応答性の良い充分な気化を可能にし、急激な負荷変動に対する熱入力の追従を可能にするという効果を奏するものである。

【0020】上記構成より成る第3発明の燃料電池用改質装置は、前記第2発明において、前記空気量制御手段が、前記微粒化装置によって微粒化された原燃料の流量を検知して、前記送風機から供給する空気量を制御するので、負荷変動に応じた熱入力を可能にするという効果を奏する。

【0021】上記構成より成る第4発明の燃料電池用改質装置は、前記第1発明において、前記気化装置が、前記燃料電池の発電部からの排ガス中の水素燃焼の熱を利用して、原燃料の気化作用を行うので、外部から気化用の熱の供給を不要にするという効果を奏する。

【0022】上記構成より成る第5発明の燃料電池用改

質装置は、前記第1発明において、前記微粒化装置が、前記送風機を構成する前記ブローアもしくは圧縮機に連絡したエアアシスト式ノズルによって構成されているので、前記原燃料を微粒化して霧化を促進するという効果を奏する。

【0023】上記構成より成る第6発明の燃料電池用改質装置は、前記第1発明において、前記微粒化装置を構成する前記超音波式微粒化装置が超音波振動を利用して前記原燃料を霧化するので、前記原燃料を微粒化して霧化を促進するという効果を奏する。

【0024】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態につき、図面を用いて説明する。

【0025】(第1実施形態)本第1実施形態の燃料電池用改質装置は、図1および図2に示されるように部分酸化反応と水蒸気改質反応からなる反応系を改質反応として用いる改質器7を備えた改質装置において、ガソリン等の液体炭化水素もしくはアルコールと水の混合液を用いた原燃料を気化して前記改質器7に供給する気化装置4と、前記原燃料を微粒化して前記改質器7に供給する微粒化装置としての噴霧ノズル6と、前記改質器7に空気を供給する送風機9とから成るものである。

【0026】前記気化装置4は、タンク1に貯留されポンプ2によって供給された原燃料を、前記燃料電池の発電部からの排ガス中の水素燃焼の熱を利用して、前記燃料電池の定常的負荷を補うべく気化するように構成されている。

【0027】前記噴霧ノズル6は、前記タンク1に貯留されポンプ3によって供給された原燃料の流量が流量制御弁5によって制御された原燃料を微粒化して、霧化状態の原燃料を前記改質器7に供給するように構成されている。

【0028】前記送風機9は、前記燃料電池の定常的負荷に対応する量の空気を前記改質器7に供給するように構成されている。

【0029】負荷変動検知器10は、前記燃料電池の発電部8の負荷の変動分を検知するもので、検知された負荷の変動分が制御装置11に供給され、前記制御装置11が負荷の変動分に応じた制御信号を前記流量制御弁5に出力して、前記流量制御弁5によって原燃料の流量が制御されるように構成されている。

【0030】すなわち、上記負荷変動検知では、ステップ101において、エアコンその他の補機の状態がチェックされ、ステップ102において、アクセル開度がチェックされ、ステップ103において、必要な電力量が演算される。

【0031】ステップ104において、演算された必要な電力量Xが定常負荷量 X_0 より大きいかどうか判断され、定常負荷状態かどうか判断され、必要な電力量Xが定常負荷量 X_0 より大きい場合には、ステップ105

において、必要電力の変化量 dX/dt が演算される。

【0032】必要電力変化量 dX/dt が0より大きく負荷が増加している場合は、ステップ106において、負荷の増加に対する送風する空気供給量Z、原燃料供給流量Yが、必要な電力量Xおよび必要電力変化量 dX/dt に基づき演算される。

$$Y = f_1(X, dX/dt)$$

$$Z = f_2(X, dX/dt)$$

【0033】ステップ107において、演算された前記空気供給量Zおよび原燃料供給流量Yに基づき前記流量制御弁5の開度を設定するとともに、前記送風機9の送風空気量の設定をする。

【0034】必要電力変化量 dX/dt が0より小さく負荷が減少している場合は、ステップ108において、負荷の減少に対する空気供給量Z、原燃料供給流量Yが、必要な電力量Xおよび必要電力変化量 dX/dt に基づき演算される。

$$Y = f_1(X, dX/dt)$$

$$Z = f_2(X, dX/dt)$$

【0035】ステップ109において、演算された前記空気供給量Zおよび原燃料供給流量Yに基づき前記流量制御弁5の開度を設定するとともに、前記送風機9の送風空気量の設定をする。

【0036】必要な電力量Xが定常負荷量 X_0 と等しくなる定常負荷の場合には、ステップ110において、前記流量制御弁5の開度を全開にするとともに、ステップ111において、前記送風機9の送風空気量を定常負荷空気量に設定される。

【0037】上記構成より成る第1実施形態の燃料電池用改質装置は、前記燃料電池用の原燃料は前記タンク1から前記ポンプ2によって、前記気化器4へ送られ、気化されガス化した原燃料として前記改質器7に送り込まれる。

【0038】このとき、前記送風機9によって、前記改質器7における改質反応のために空気が前記気化器4から供給される気化されたガス化した原燃料に混合される。その後原燃料は、該改質器7で水素リッチなガスに改質され、前記燃料電池発電部8に供給され、ここで電気出力へと変換されるとともに、排気ガスが排出される。

【0039】このとき、前記気化器4へ送られる原燃料および前記送風機9からの空気は、図2における定常負荷に対応する流量が供給される。

【0040】次に負荷変動があった場合は、定常負荷への対応は前記説明のように行い、全負荷から上述した定常負荷分を除いた図3に示される変動負荷の変動量を負荷変動検知器10によって検知し、それに対応する原燃料流量を前記制御装置11からの制御信号に基づき前記流量制御弁5によって原燃料の流量が制御され、前記噴霧ノズル6に供給される。

【0041】該噴霧ノズル6は、供給された原燃料を微粒化し霧化状態で、前記気化装置4から供給され気化した原燃料と混合され、前記改質器7へ供給される。このとき、前記気化装置4から供給される空気量は、変動負荷分と定常負荷分に対応するように設定されている。

【0042】また変動負荷分に対応する単位負荷量あたりの原燃料の量と空気量は、定常負荷での単位負荷量あたりの原燃料の量と空気量とは、原燃料の蒸発潜熱分熱量を原燃料の酸化反応の発熱量で補うため、異なっているともよい。

【0043】上記作用を奏する第1実施形態の燃料電池用改質装置は、部分酸化反応と水蒸気改質反応からなる反応系を改質反応として用いる改質器7を備えた改質装置において、前記気化装置4がガソリン等の液体炭化水素もしくはアルコールと水の混合液を用いた原燃料を気化して前記改質器7に供給し、前記微粒化装置としての噴霧ノズル6が前記原燃料を微粒化して前記改質器7に供給し、前記送風機9が前記改質器7に空気を供給することにより、前記改質器7により気化および微粒化して供給された原燃料を水素リッチなガスに改質して供給するので、応答性の良い十分な気化を可能にするという効果を奏するものである。

【0044】すなわち、本第1実施形態においては、部分酸化法を用いた改質器7を前提としているため、原燃料を完全に気化する必要が無く、直接霧化状態での原燃料の供給が可能となり、従来における蒸発用の熱交換器が不要となるため、システムとしての容積増加を抑えることができるとともに、蒸発のための熱交換による応答性遅れも全くなくなるので、非常に早い応答性が要求され、容積の制限が厳しい自動車等の移動体には特に適しているものである。

【0045】また第1実施形態の燃料電池用改質装置は、前記制御装置11によって、前記燃料電池の定常的負荷を補うために前記気化装置4によって前記原燃料を気化して前記改質器7に供給する量を制御するとともに、前記燃料電池の負荷変動分に応じて、前記微粒化装置としての噴霧ノズル6によって微粒化して供給する原燃料の流量および送風機によって供給する空気量を制御するので、応答性の良い十分な気化を可能にし、急激な負荷変動に対する熱入力の変動を可能にするという効果を奏するものである。

【0046】さらに第1実施形態の燃料電池用改質装置は、前記気化装置4が、前記燃料電池の発電部8からの排ガス中の水素燃焼の熱を利用して、原燃料の気化作用を行うので、外部から原燃料の気化用の熱の供給を不要にするという効果を奏する。

【0047】また第1実施形態の燃料電池用改質装置は、前記噴霧ノズル6が、一般的にその流量を制御しやすいため、通常の負荷変動には十分追従することが出来るという効果を奏する。

【0048】さらに第1実施形態の燃料電池用改質装置は、前記改質器7自身の応答性向上をあげる反応系として、例えば従来技術に示されるような、メタノールの改質に過剰水と空気もしくは酸素を導入することにより、自身で発熱吸熱反応を行い外部と熱のやり取り無く熱収支のバランスをとり、部分酸化反応とウオーターガスシフト反応からなる反応系（オートサーマルと呼ばれることもある）を用いることにより、該改質器7での熱応答による応答遅れは問題とならないので、十分な応答性の向上が図れるという効果を奏する。

【0049】（第2実施形態）本第2実施形態の燃料電池用改質装置は、図4および図5に示されるように前記第1実施形態における前記微粒化装置としての噴霧ノズル6の代わりに超音波微粒化装置61を用いる点が相違点であり、相違点を中心に説明する。

【0050】前記超音波微粒化装置61は、図5に示されるように流量制御弁5により流量が制御された原燃料が供給され収容された容器62の底面に配設された超音波素子63と、該超音波素子63の超音波振動を制御する超音波素子作動用制御装置64とから成り、霧化した原燃料を上部供給口65より前記改質器7に供給するように構成されている。

【0051】上記構成より成る第2実施形態の燃料電池用改質装置は、前記微粒化装置を構成する前記超音波式微粒化装置が超音波振動を利用して前記原燃料を微粒化して霧化するので、前記原燃料を微粒化して霧化を促進するとともに、霧状の状態で原燃料を供給することにより、前記改質器7における理想的改質を可能にするという効果を奏する。

【0052】（第3実施形態）本第3実施形態の燃料電池用改質装置は、図6に示されるように前記第1実施形態における前記微粒化装置としての噴霧ノズル6を2流体式ノズル66によって構成して、微粒化能力の向上を図った点が相違点であり、以下相違点を中心に説明する。

【0053】前記2流体式ノズル66は、図6に示されるように噴霧ノズル6にアシストエアを用いたエアアシスト弁によって構成され、アシストエアは、前記送風機9より変動負荷に対応する空気量として供給され、定常負荷に対応する空気量は第2の送風機12で供給するものである。

【0054】上記構成より成る第3実施形態の燃料電池用改質装置は、燃料電池の原燃料がタンク1からポンプ2によって、気化装置4へ送られ、気化されガスとして改質器7に供給される。そのとき、前記送風機12で改質反応のために空気が気化装置4からの気化されたガスに混合される。

【0055】その後、原燃料は前記改質器7で水素リッチなガスに改質され、燃料電池発電部8に供給され、ここで電気出力へと変換されるとともに、排気ガスが排出

される。このとき、気化装置 4 へ送られる原燃料および前記送風機 12 からの空気は、図 3 における定常負荷に対応する流量が供給される。

【0056】次に、負荷変動があった場合は、定常負荷分への対応は前記説明のように行い、全負荷から定常負荷分を除いた図 3 に示される変動負荷の変動量を、前記図 2 に示される制御フローに従い負荷変動検知器 9 で検知し、それに対応する原燃料流量を制御装置 11 からの指示により流量制御弁 5 によって制御し、前記噴霧ノズルとしての 2 流体式ノズル 6 6 に対して、同様に負荷変動量に対応した空気量を前記送風機 9 から共に供給される。

【0057】前記 2 流体式ノズル 6 6 では、供給された原燃料を微粒化し噴霧化状態で、前記気化装置 4 から送り込まれた気化した原燃料と混合され、前記改質器 7 へ供給される。また、変動負荷分に対応する単位負荷量あたりの原燃料の量と空気量は、定常負荷での単位負荷量あたりの原燃料の量と空気量とは、原燃料の蒸発潜熱分熱量を原燃料の酸化反応の発熱量で補うため異なってもよい。

【0058】上記作用を奏する第 3 実施形態の燃料電池用改質装置は、前記微粒化装置が、前記送風機を構成する前記ブローアもしくは圧縮機に連絡したエアアシスト式ノズルによって構成されているので、前記原燃料をアシストエアによって効率的に微粒化して霧化を促進するという効果を奏する。

【0059】また第 3 実施形態の燃料電池用改質装置は、前記噴霧ノズル 6 としての 2 流体式ノズル 6 6 に対して、前記送風機 9 から負荷変動量に対応した空気量を

供給されるので、負荷変動に対する追従を可能にするという効果を奏する。

【0060】上述の実施形態は、説明のために例示したもので、本発明としてはそれらに限定されるものではなく、特許請求の範囲、発明の詳細な説明および図面の記載か 2 当業者が認識することができる本発明の技術的思想に反しない限り、変更および付加が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 実施形態の燃料電池用改質装置を示すブロック図である。

【図 2】本第 1 実施形態装置における負荷変動に対応した制御フローを示すチャート図である。

【図 3】本第 1 実施形態装置における燃料電池の負荷変動を示す線図である。

【図 4】本発明の第 2 実施形態の燃料電池用改質装置を示すブロック図である。

【図 5】本第 2 実施形態の超音波微粒化装置を示す断面図である。

【図 6】本発明の第 3 実施形態の燃料電池用改質装置を示すブロック図である。

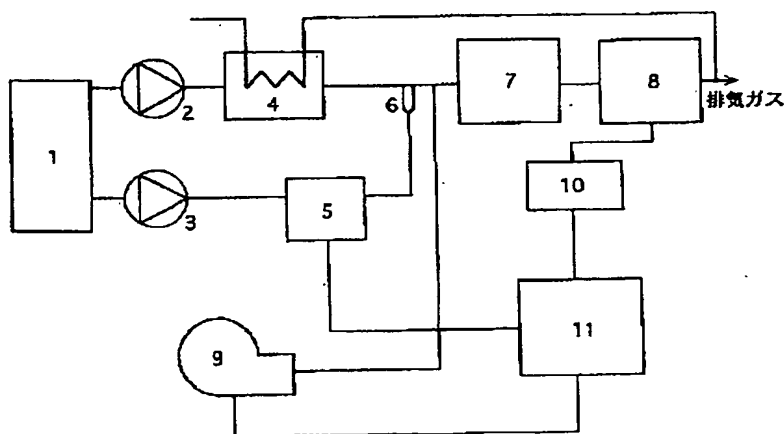
【図 7】従来の燃料電池発電プラントを示すブロック図である。

【図 8】従来の燃料電池発電装置を示すブロック図である。

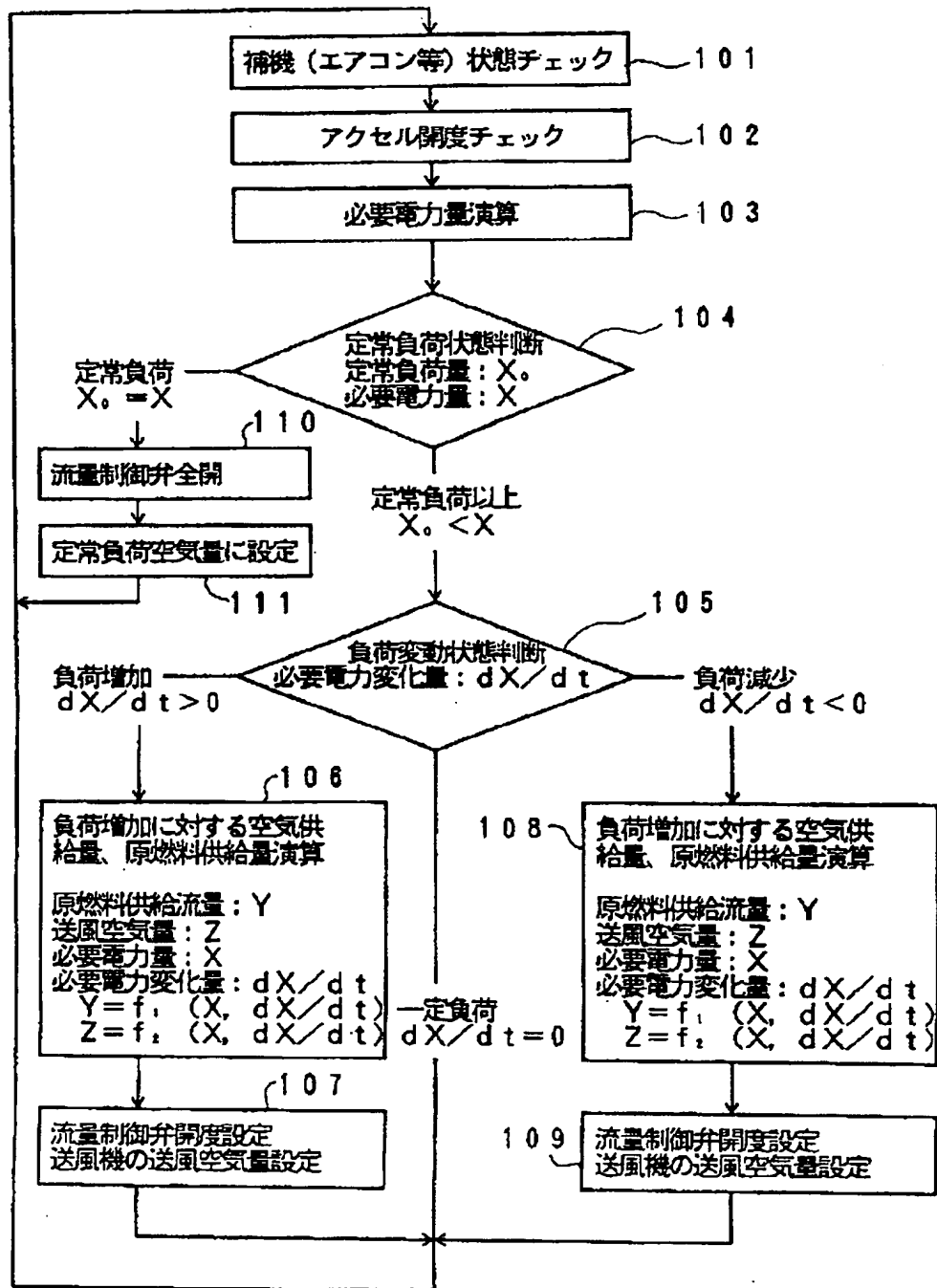
【符号の説明】

- 4 気化装置
- 6 噴霧ノズル
- 7 改質器
- 9 送風機

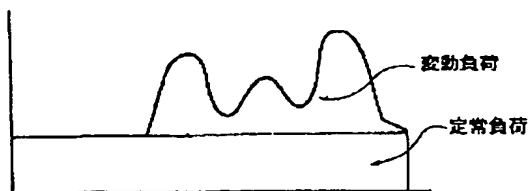
【図 1】



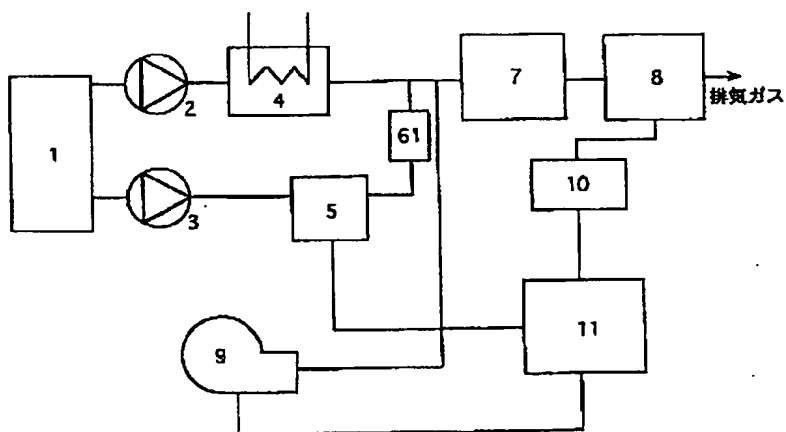
【図2】



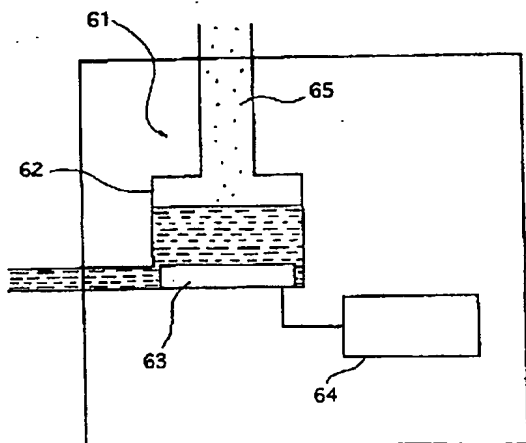
【例 3】



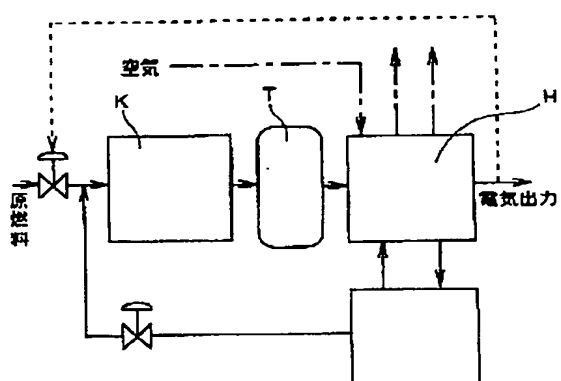
【図4】



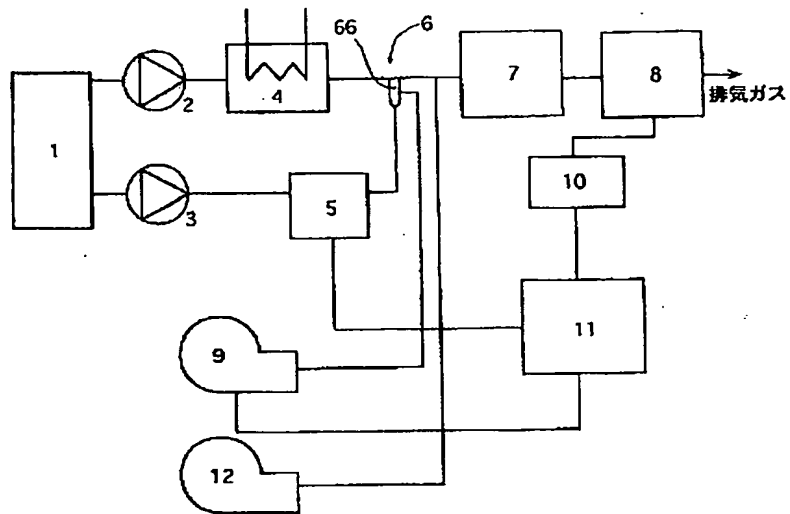
【図5】



【图 7】



【図6】



【図8】

